

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



REC'D 24 SEP 2004

WIFO

PCT

## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 46 213.9

**Anmeldetag:** 06. Oktober 2003

**Anmelder/Inhaber:** ROBERT BOSCH GMBH,  
70469 Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zur Regelung des Ladezustands  
eines Energiespeichers bei einem Fahrzeug mit  
Hybridantrieb

**IPC:** B 60 L, H 02 J

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 15. Juli 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Stanschus

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

**BEST AVAILABLE COPY**

5

**Verfahren zur Regelung des Ladezustands eines Energiespeichers bei einem Fahrzeug mit Hybridantrieb**

10

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung des Ladezustands eines Energiespeichers zur Speicherung von elektrischer Energie in einem Fahrzeug mit einem Hybridantrieb, insbesondere einem Kraftfahrzeug, sowie ein solches Fahrzeug mit den im Oberbegriff der Ansprüche 1 bzw. 8 angegebenen Merkmalen.

15

**Stand der Technik**

20

Kraftfahrzeuge mit Hybridantrieb besitzen neben einem Verbrennungsmotor mindestens eine mit dem Antriebsstrang des Kraftfahrzeugs koppelbare Elektromaschine. Im Generatorbetrieb liefert diese Elektromaschine elektrische Energie, die bis zur Abgabe an einen Verbraucher des Kraftfahrzeugs in einem von der Fahrzeugbatterie gebildeten Energiespeicher gespeichert wird. Im Motorbetrieb sorgt die Elektromaschine allein oder zusammen mit dem Verbrennungsmotor für den Vortrieb des Kraftfahrzeugs, wobei sie im zuletzt genannten Fall dazu dient, die im realen Fahrbetrieb auftretenden Schwankungen der Abtriebsleistung des Antriebsstrangs aufzufangen, so dass der Verbrennungsmotor nach Möglichkeit immer in einem verbrauchsoptimalen Betriebsbereich gehalten wird, um den

25

30

Wirkungsgrad des Antriebs zu erhöhen und die Umweltbelastung durch Schadstoffe des Verbrennungsmotors zu verringern. Um sicherzustellen, dass stets genügend elektrische Energie zur Versorgung der Elektromaschine und der anderen Verbraucher des Kraftfahrzeugs zur Verfügung steht, wird der Ladezustand der Fahrzeugbatterie kontinuierlich überwacht und in der Regel auf einem vorgegebenen konstanten Wert gehalten. Bei einem Absinken des Ladezustands unter diesen Wert fordert ein Laderegler der Batterie elektrische Energie von der Elektromaschine an, die daraufhin in den Generatorbetrieb übergeht, um die Batterie nachzuladen. Diese Aufladung der Batterie ist jedoch unnötig, wenn kurz danach das Kraftfahrzeug abgebremst und dabei beträchtliche Mengen an kinetischer Energie des Kraftfahrzeugs von der Elektromaschine in elektrische Energie umgesetzt und in die Batterie eingespeist werden. Beim Abbremsen des Fahrzeugs kann zwar zumeist nicht die gesamte kinetische Energie des Kraftfahrzeugs zurückgewonnen werden, jedoch in der Regel ein beträchtlicher Anteil.

#### Vorteile der Erfindung

20

Das erfindungsgemäße Verfahren mit den im Anspruch 1 genannten Merkmalen und das erfindungsgemäße Fahrzeug mit den im Anspruch 8 genannten Merkmalen bieten demgegenüber den Vorteil, dass bei der Aufladung des Energiespeichers die kinetische Energie des Fahrzeugs berücksichtigt werden kann, um eine anstehende Aufladung des Energiespeichers durch Umwandlung eines Teils der Antriebsleistung des Verbrennungsmotors zu vermeiden, wenn zu erwarten ist oder die Wahrscheinlichkeit besteht, dass bald darauf infolge einer Abbremsung des Fahrzeugs ohnehin eine nicht unbe-

trächtliche Menge elektrische Energie in den Energiespeicher eingespeist werden wird.

5 Das erfindungsgemäße Verfahren zur Laderegelung ist insbesondere bei Kraftfahrzeugen mit Hybridantrieb einsetzbar, deren Energiespeicher sich mit variablem Ladezustand betreiben lässt, wie beispielsweise die neu entwickelte NiMH-Batterie. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren kann bei diesen Kraftfahrzeugen die Menge der im Energiespeicher gespeicherten Energie variabel gehalten bzw. entsprechend der Fahrsituation optimiert werden, wobei durch eine geeignete Sollwertvorgabe Energie gespart und somit der Kraftstoffverbrauch gesenkt und die Umweltbelastung verringert werden kann.

15 In bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Aufladung des Energiespeichers mit zunehmender Fahrtgeschwindigkeit des Fahrzeugs verzögert wird, vorzugsweise indem ein Sollwert des Ladezustands mit zunehmender Fahrtgeschwindigkeit des Fahrzeugs abgesenkt wird, so dass der Istwert des Ladezustands infolge von Energieentnahmen aus dem Energiespeicher erst zu einem späteren Zeitpunkt unter den Sollwert absinkt.

25 Da beim Abbremsen des Fahrzeugs normalerweise nicht die gesamte kinetische Energie zurückgewonnen werden kann, sieht eine weitere bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung vor, dass der Sollwert des Ladezustands in Abhängigkeit von der momentanen Fahrtgeschwindigkeit um einen Wert abgesenkt wird, der einer voraussichtlichen Aufladung des Energiespeichers beim Abbremsen des Fahrzeugs von dieser momentanen Fahrtgeschwindigkeit bis zum Stillstand entspricht.

Der Sollwert wird zweckmäßig durch eine von der Fahrtgeschwindigkeit des Fahrzeugs abhängige Kennlinie vorgegeben, wobei eine verhältnismäßig einfache Regelung möglich ist, wenn der Sollwert des Ladezustands proportional zur Fahrtgeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs abgesenkt wird. Da jedoch die kinetische Energie des Fahrzeugs mit dem Quadrat der Fahrtgeschwindigkeit zunimmt und somit beim Abbremsen um eine bestimmte Geschwindigkeitsdifferenz die zu erwartende Menge an elektrischer Energie mit der Fahrtgeschwindigkeit überproportional ansteigt, kann der Sollwert des Ladezustands aber auch in einer solchen Weise abgesenkt werden, dass er mit steigender Fahrtgeschwindigkeit überproportional abnimmt.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Sollwert nicht abgesenkt wird, wenn aus anderen Gründen Energie zum Aufladen des Energiespeichers erzeugt wird, beispielsweise durch Rekuperation von Energie bei einer Talfahrt. In diesem Fall ist es zweckmäßig, eventuell erzeugte Überschussenergie unabhängig von der Fahrtgeschwindigkeit im Energiespeicher zu speichern, um sie für dessen Aufladung zu nutzen.

Der geschwindigkeitsabhängige Sollwert des Ladezustands kann nicht nur zur Regelung der Aufladung des Energiespeichers verwendet werden, sondern kann darüber hinaus auch in eine Betriebsstrategie für den Verbrennungsmotor und die Elektromaschine eingebunden werden.

Zeichnungen

Die Erfindung wird nachfolgend in einem Ausführungsbeispiel anhand der zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

5      Figur 1      ein mögliches schematisches Schaubild von Komponenten eines Hybridantriebs eines erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugs;

10      Figur 2      eine mögliche Kennlinie des Sollwerts des Ladezustands einer Batterie des Kraftfahrzeugs in Abhängigkeit von dessen Fahrtgeschwindigkeit;

Figur 3      eine weitere mögliche Kennlinie des Sollwerts des Ladezustands der Kraftfahrzeugbatterie.

#### 15      Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Der in Figur 1 schematisch dargestellte Hybridantrieb eines Kraftfahrzeugs umfasst in bekannter Weise einen Verbrennungsmotor 10 und eine Elektromaschine 12. Der Verbrennungsmotor 10 ist über eine Kupplung 14 und ein Getriebe 16 mit einer die Antriebsräder 18 des Kraftfahrzeugs treibenden Abtriebswelle 20 gekoppelt. Die Elektromaschine 12 ist ebenfalls mit dem Getriebe 16 gekoppelt, so dass ein Teil der für den Vortrieb des Kraftfahrzeugs erforderlichen mechanischen Energie von der Elektromaschine 12 geliefert werden kann, um den Verbrennungsmotor 10 stets in einem verbrauchsoptimalen Betriebszustand zu halten. Die Elektromaschine 12 dient weiter zur Erzeugung von elektrischer Energie zur Versorgung von anderen Verbrauchern des Kraftfahrzeugs und kann darüber hinaus auch noch als Starter für den Verbrennungsmotor und/oder als alleiniger Antrieb für das Kraftfahrzeug bei relativ niedriger Geschwindigkeit

keit dienen. In bekannter Weise umfasst das Kraftfahrzeug weiter einen Geschwindigkeitsmesser 22, der aus der momentanen Drehzahl der Antriebsräder 18 bzw. der Abtriebswelle 20 die momentane Fahrtgeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs bestimmt und diese an einen Bordcomputer 24 weiterleitet.

Die von einem Steuergerät 26 geregelte Elektromaschine 12 wird in ihrem Motorbetrieb von einer als Energiespeicher dienenden Batterie 28 des Kraftfahrzeugs gespeist und lädt diese in ihrem Generatorbetrieb wieder auf, wenn der momentane Ladezustand der Batterie 28 einen vorgegebenen Sollwert unterschreitet. Die Batterie 28 ist von einer Art, die sich mit variablem Ladezustand betreiben lässt, wie zum Beispiel eine NiMH-Batterie. Zur Regelung des Ladezustands der Batterie 28 dient ein zwischen der letzteren und der Elektromaschine 12 angeordneter Wechselrichter 30 mit Stromregelung und die Laderegelung im Steuergerät 26, die den momentanen Ladezustand der Batterie 28 bestimmt und auf den vorgegebenen Sollwert regelt.

Wenn das Kraftfahrzeug nicht gerade abgebremst wird, wird die Elektromaschine 12 in diesem Betriebszustand über das Getriebe 16 vom Verbrennungsmotor 10 angetrieben und setzt einen Teil der von diesem erzeugten mechanischen Leistung in elektrische Energie um, die dann in die Batterie 28 eingespeist wird. Um den dadurch verursachten Kraftstoffverbrauch so gering wie möglich zu halten, wird bei der Regelung der Aufladung der Batterie 28 nicht nur in konventioneller Weise deren momentaner Ladezustand berücksichtigt, sondern darüber hinaus auch die momentane Fahrtgeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs, indem an Stelle eines konstanten Sollwerts des Ladezustands ein geschwindigkeitsabhängiger Sollwert verwendet wird,

der zumindest innerhalb gewisser Grenzen mit zunehmender Fahrtgeschwindigkeit erniedrigt wird.

5 Durch diese Art der Regelung kann die momentane kinetische Energie des Kraftfahrzeugs berücksichtigt werden, die zum Teil in elektrische Energie umgesetzt wird und zur Aufladung der Batterie 28 ausgenutzt werden kann, wenn das Kraftfahrzeug das nächste Mal abgebremst wird. Da eine solche Abbremsung im Allgemeinen innerhalb einer nicht zu langen Zeitspanne erfolgt, kann durch die geschwindigkeitsabhängige Absenkung des Sollwerts des Ladezustands eine vollständige Aufladung der Batterie 28 bis zu diesem Zeitpunkt verzögert werden. Da die vollständige Aufladung der Batterie 28 dann mit Hilfe der beim Bremsen zurückgewonnenen kinetischen Energie anstatt mit Hilfe eines Teils der Antriebsleistung des  
10 Verbrennungsmotors 10 erfolgt, kann Energie und damit Kraftstoff  
15 eingespart und die Belastung der Umwelt verringert werden.

Der geschwindigkeitsabhängige Sollwert des Ladezustands wird vom Laderegler 26 vorgegeben, der zum Beispiel einen Mikrocomputer  
20 enthält, von dem der Sollwert unter Verwendung der vom Bordcomputer 24 übermittelten, gewöhnlich in digitaler Form auf einem Fahrzeugbus zur Verfügung stehenden momentanen Fahrtgeschwindigkeit  $v_{ist}$  und einer im Mikrocomputer gespeicherten, von der Fahrtgeschwindigkeit abhängigen Sollwert-Kennlinie berechnet wird.

25

Zwei derartige, von der Fahrtgeschwindigkeit abhängige Sollwert-Kennlinien sind in Figur 2 und 3 beispielhaft dargestellt. Während bei der in Figur 2 dargestellten Kennlinie der Sollwert des Ladezustands ( $SOC_{soll}$ ) über der Fahrtgeschwindigkeit  $v$  in einem vorgegebenen  
30 Geschwindigkeitsbereich zwischen Stillstand ( $v_0$ ) und einer Ober-



grenze ( $v_1$ ) linear absinkt und dann konstant gehalten wird, um eine durch die Batterie 28 und für den Kaltstart erforderliche Untergrenze des Ladezustands  $SOC_{min}$  nicht zu unterschreiten, bleibt er bei der Figur 3 dargestellten Kennlinie bis zu einer vorgegebenen Mindestgeschwindigkeit  $v_{min}$  konstant und sinkt dann bis zur maximalen Fahrtgeschwindigkeit  $v_{max}$  mit zunehmender Steigung ab, bleibt dabei jedoch oberhalb der Grenze  $SOC_{min}$ .

Bei beiden Kennlinien entspricht die Differenz zwischen dem jeweiligen geschwindigkeitsabhängigen Sollwert  $SOC_{soll}(v)$  und einem in unterbrochenen Linien in das Diagramm eingezeichneten konstanten konventionellen Sollwert  $SOC_{sollk}$  demjenigen Anteil der kinetischen Energie, der beim Abbremsen von der momentanen Fahrtgeschwindigkeit  $v_{ist}$  bis zum Stillstand zurückgewonnen und in Form von elektrischer Energie in die Batterie 28 eingespeist werden kann. Falls die Aufladung der Batterie 28 beim Abbremsen des Kraftfahrzeugs aus irgendwelchen Gründen unterbleibt, erfolgt die Aufladung in der Regel unmittelbar im Anschluss daran mit Hilfe der Antriebsleistung des Verbrennungsmotors 10.

Mit dem beschriebenen Verfahren kann eine grobe Vorhersage des zukünftigen Energieflusses vorgenommen und somit in vielen Fällen eine unnötige Aufladung der Batterie 28 vermieden werden. Jedoch sollte aus dem zuletzt genannten Grund bei jedem Energieüberangebot nicht auf eine Aufladung der Batterie 28 verzichtet werden, auch wenn  $SOC \geq SOC_{soll}$ .

Die erfindungsgemäße Ladezustandsregelung ist insbesondere bei Kraftfahrzeugen einsetzbar, kann jedoch auch bei Lokomotiven mit Hybridantrieb eingesetzt werden. Grundsätzlich eignet sich das er-

findungsgemäße Verfahren für alle Hybridfahrzeugkonzepte, zum  
Beispiel auch solche, die neben der Elektromaschine 12 eine weitere  
Elektromaschine umfassen. Darüber hinaus kann das erfindungsge-  
mäßige Verfahren nicht nur allein sondern auch in Kombination mit  
5 anderen Verfahren zur Ladezustandsregelung eingesetzt werden.



10

15



20

25

30

R. 306460

## Patentansprüche

5

1. Verfahren zur Regelung des Ladezustands eines Energiespeichers zur Speicherung von elektrischer Energie in einem Fahrzeug mit einem Hybridantrieb, insbesondere einem Kraftfahrzeug, umfassend einen Verbrennungsmotor und mindestens eine Elektromaschine, die mit einem Antriebsstrang des Fahrzeugs koppelbar oder gekoppelt sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Ladezustand (SOC) des Energiespeichers (28) in Abhängigkeit von der Fahrtgeschwindigkeit ( $v$ ) des Fahrzeugs geregelt wird.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Sollwert des Ladezustands ( $SOC_{soll}$ ) mit zunehmender Fahrtgeschwindigkeit ( $v$ ) abgesenkt wird.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sollwert des Ladezustands ( $SOC_{soll}$ ) um einen Wert abgesenkt wird, der einer voraussichtlichen Aufladung des Energiespeichers (28) beim Abbremsen des Fahrzeugs von seiner momentanen Fahrtgeschwindigkeit ( $v_{ist}$ ) bis zum Stillstand entspricht.
- 25 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sollwert des Ladezustands ( $SOC_{soll}$ ) durch eine von der Fahrtgeschwindigkeit ( $v$ ) abhängige Kennlinie vorgegeben wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sollwert des Ladezustands ( $SOC_{soll}$ ) um einen zur Fahrtgeschwindigkeit ( $v$ ) des Fahrzeugs proportionalen Wert abgesenkt wird.

5

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sollwert des Ladezustands ( $SOC_{soll}$ ) um einen zur Fahrtgeschwindigkeit ( $v$ ) des Fahrzeugs überproportionalen Wert abgesenkt wird.

10

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sollwert des Ladezustands ( $SOC_{soll}$ ) eine Eingangsgröße einer Strategie zum Betrieb des Verbrennungsmotors (10) und der Elektromaschine (12) bildet.

15

8. Fahrzeug mit einem Hybridantrieb, insbesondere Kraftfahrzeug, umfassend einen Verbrennungsmotor und mindestens eine Elektromaschine, die mit einem Antriebsstrang des Fahrzeugs koppelbar oder gekoppelt sind, sowie einen Energiespeicher zur Speicherung von elektrischer Energie und einen Laderegler zur Regelung eines Ladezustands des Energiespeichers, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Laderegler (30) den Ladezustand (SOC) des Energiespeichers (28) in Abhängigkeit von der Fahrtgeschwindigkeit ( $v$ ) des Fahrzeugs regelt.

25

9. Fahrzeug nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Energiespeicher (28) eine Batterie oder ein Kondensator ist und mit veränderlichem Ladezustand (SOC) betrieben werden kann.

10. Fahrzeug nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Energiespeicher (28) eine NiMH-Batterie ist.

11. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Laderegler (26) mit einem Messwert der  
5 Fahrtgeschwindigkeit (v) des Fahrzeugs beaufschlagbar ist.



10

15



20

25

R. 306460

### **Zusammenfassung**

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung des Ladezustands eines Energiespeichers (28) bei einem Fahrzeug mit Hybridantrieb, insbesondere einem Kraftfahrzeug, das einen Verbrennungsmotor (10) und mindestens eine Elektromaschine (12) umfasst, die mit einem Antriebsstrang des Fahrzeugs koppelbar oder gekoppelt sind. Es wird vorgeschlagen, dass ein Ladezustand (SOC) des Energiespeichers (28) von einem Laderegler (30) in Abhängigkeit von der Fahrtgeschwindigkeit ( $v$ ) des Fahrzeugs geregelt wird.

15 (Figur 1)

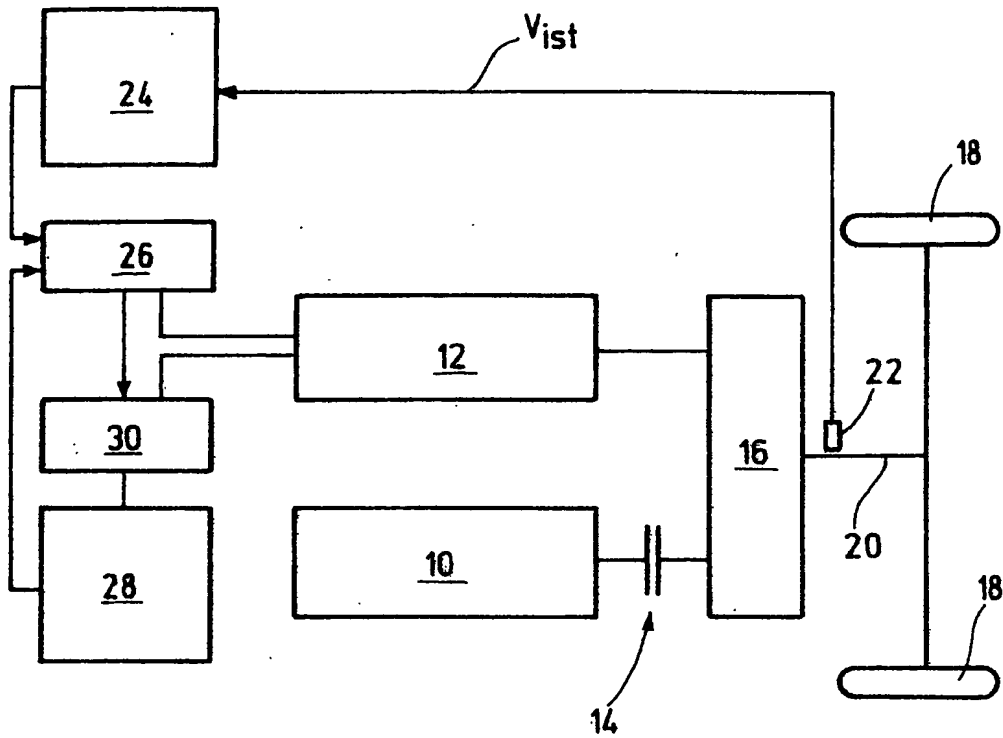


Fig.1

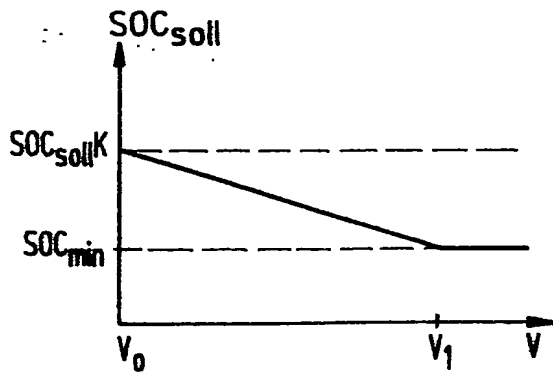


Fig.2

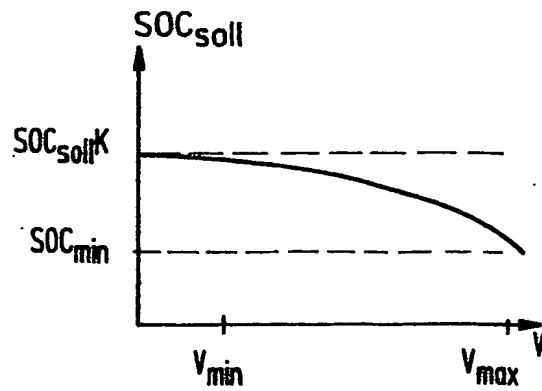


Fig.3

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**